

Lezione

Tecnica delle Costruzioni

Carico da neve

Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve

CARICO NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i q_{sk} C_E C_t$$

dove:

q_s è il carico neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²],
fornito per un periodo di ritorno di 50 anni;

C_E è il coefficiente di esposizione;

C_t è il coefficiente termico.

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve

VALORE CARATTERISTICO DEL CARICO NEVE AL SUOLO

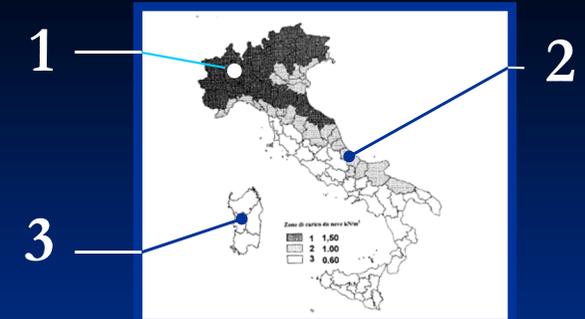
Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona.

In mancanza di adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, che tengano conto sia dell'altezza del manto nevoso che della sua densità, il carico di riferimento neve al suolo, per località poste a quota inferiore a 1500 m sul livello del mare, non dovrà essere assunto minore di quello calcolato in base alle espressioni riportate nel seguito, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Va richiamato il fatto che tale zonazione non può tenere conto di aspetti specifici e locali che, se necessario, dovranno essere definiti singolarmente.

L'altitudine di riferimento a_s è la quota del suolo sul livello del mare nel sito di realizzazione dell'edificio. Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si dovrà fare riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione utilizzando comunque valori di carico neve non inferiori a quelli previsti per 1500 m.

Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve



VALORE CARATTERISTICO DEL CARICO NEVE AL SUOLO

Zona I - Alpina

Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.

Zona I – Mediterranea

Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.

Zona II

Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.

Zona III

Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.

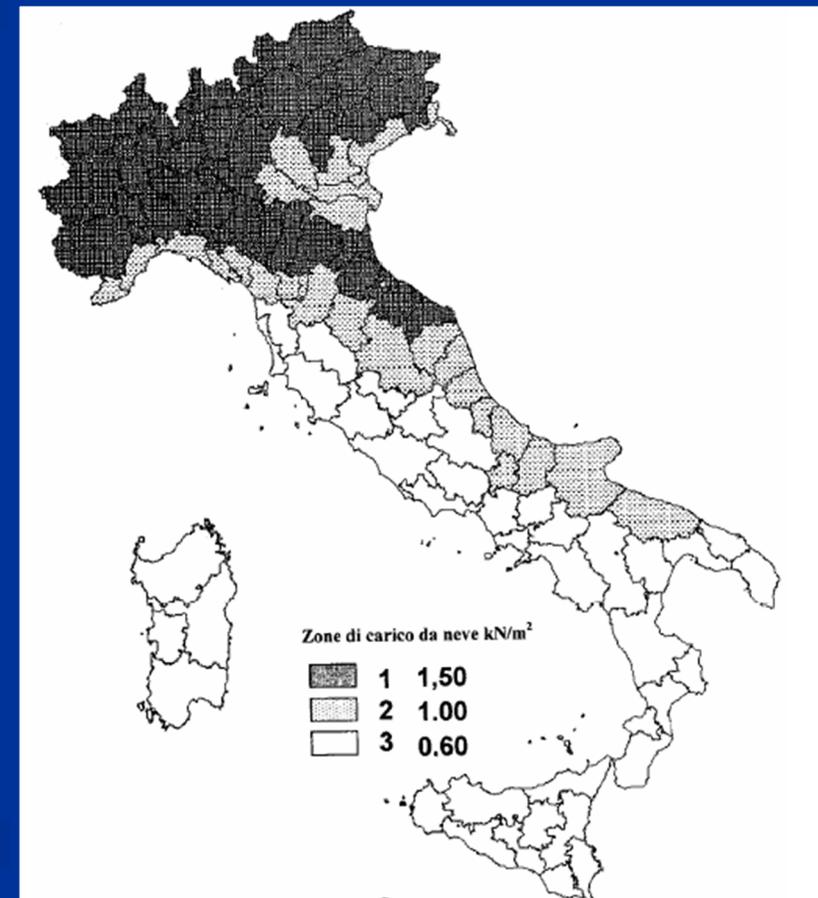
Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve

VALORE CARATTERISTICO DEL CARICO NEVE AL SUOLO

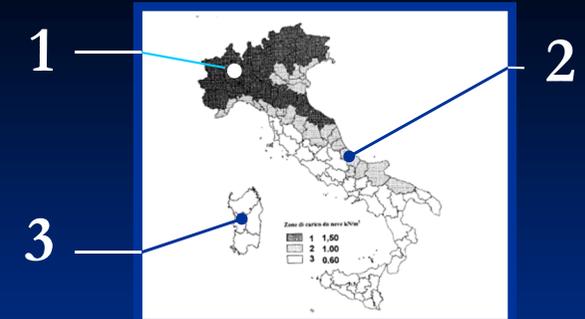
DM 16-01-96

NTC 2008



Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve



VALORE CARATTERISTICO DEL CARICO NEVE AL SUOLO

Zona I
Alpina



$$q_{sk} = 1.50 \text{ kN/m}^2$$
$$q_{sk} = 1.39 \left[1 + \left(a_s / 728 \right)^2 \right] \text{ kN/m}^2$$

$$a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$a_s > 200 \text{ m}$$

Zona I
Mediterranea



$$q_{sk} = 1.50 \text{ kN/m}^2$$
$$q_{sk} = 1.35 \left[1 + \left(a_s / 602 \right)^2 \right] \text{ kN/m}^2$$

$$a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$a_s > 200 \text{ m}$$

Zona II



$$q_{sk} = 1.00 \text{ kN/m}^2$$
$$q_{sk} = 0.85 \left[1 + \left(a_s / 481 \right)^2 \right] \text{ kN/m}^2$$

$$a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$a_s > 200 \text{ m}$$

Zona III



$$q_{sk} = 0.60 \text{ kN/m}^2$$
$$q_{sk} = 0.51 \left[1 + \left(a_s / 481 \right)^2 \right] \text{ kN/m}^2$$

$$a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$a_s > 200 \text{ m}$$

Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve

COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione C_E può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori consigliati del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in Tabella. Se non diversamente indicato, si assumerà $C_E = 1$.

Topografia	Descrizione	C_E
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati senza costruzioni o alberi più alti.	0.9
Normale	Aree in cui non è presente una significativamente rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1.0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti.	1.1

Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve

COEFFICIENTE TERMICO

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.

Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve

CARICO NEVE SULLE COPERTURE

Devono essere considerate le due seguenti principali disposizioni di carico:

- carico da neve depositata in assenza di vento;
- carico da neve depositata in presenza di vento.

Coefficiente di forma per le coperture

In generale verranno usati i coefficienti di forma per il carico neve contenuti nel presente paragrafo, dove vengono indicati i relativi valori nominali essendo α , espresso in gradi sessagesimali, l'angolo formato dalla falda con l'orizzontale.

I valori del coefficiente di forma μ_1 , riportati in Tabella si riferiscono alle coperture ad una o due falde.

Coeff. di forma	$0 \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30 < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0.8	$0.8 (60 - \alpha) / 30$	0.0

Per coperture a più falde, per coperture con forme diverse, così come per coperture contigue a edifici più alti o per accumulo di neve contro parapetti o più in generale per altre situazioni ritenute significative dal progettista si deve fare riferimento a normative di comprovata validità.

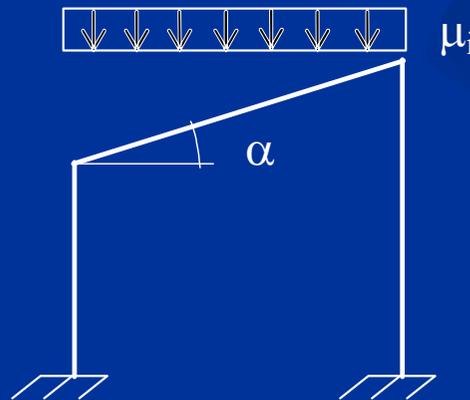
Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve

Coperture ad una falda

Si assume che la neve non sia impedita di scivolare. Se l'estremità più bassa della falda termina con un parapetto, una barriera od altre ostruzioni, allora il coefficiente di forma non potrà essere assunto inferiore a 0.8 indipendentemente dall'angolo α .

Si deve considerare la condizione riportata in figura, la quale deve essere utilizzata per entrambi i casi di carico con o senza vento.



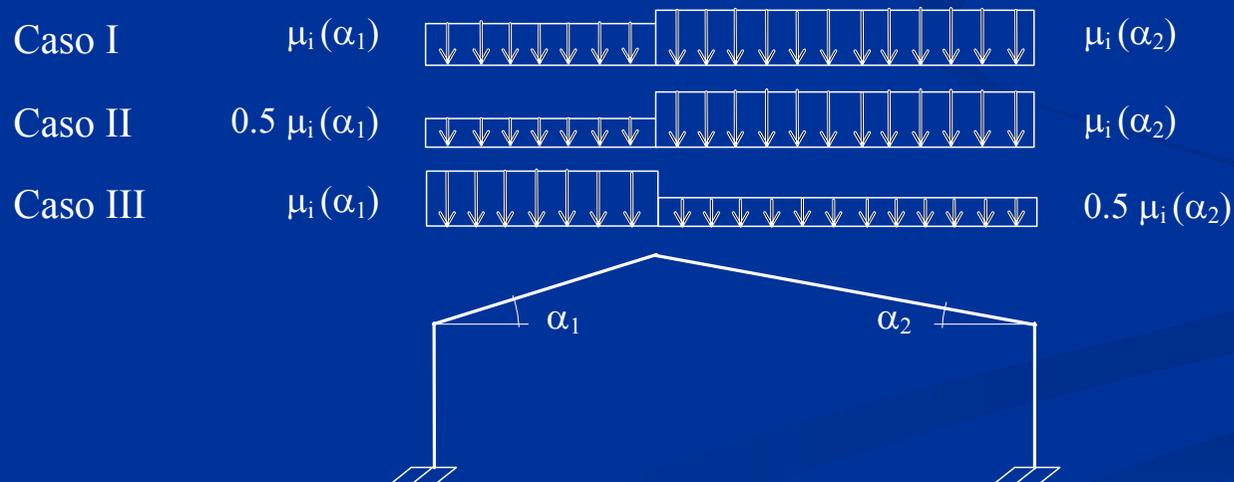
Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve

Coperture ad due falde

Si assume che la neve non sia impedita di scivolare. Se l'estremità più bassa della falda termina con un parapetto, una barriera od altre ostruzioni, allora il coefficiente di forma non potrà essere assunto inferiore a 0.8 indipendentemente dall'angolo α .

Per il caso di carico da neve senza vento si deve considerare la condizione denominata *Caso I* in figura. Per il caso di carico da neve con vento si deve considerare la peggiore tra le condizioni denominate *Caso II* e *Caso III* in figura.



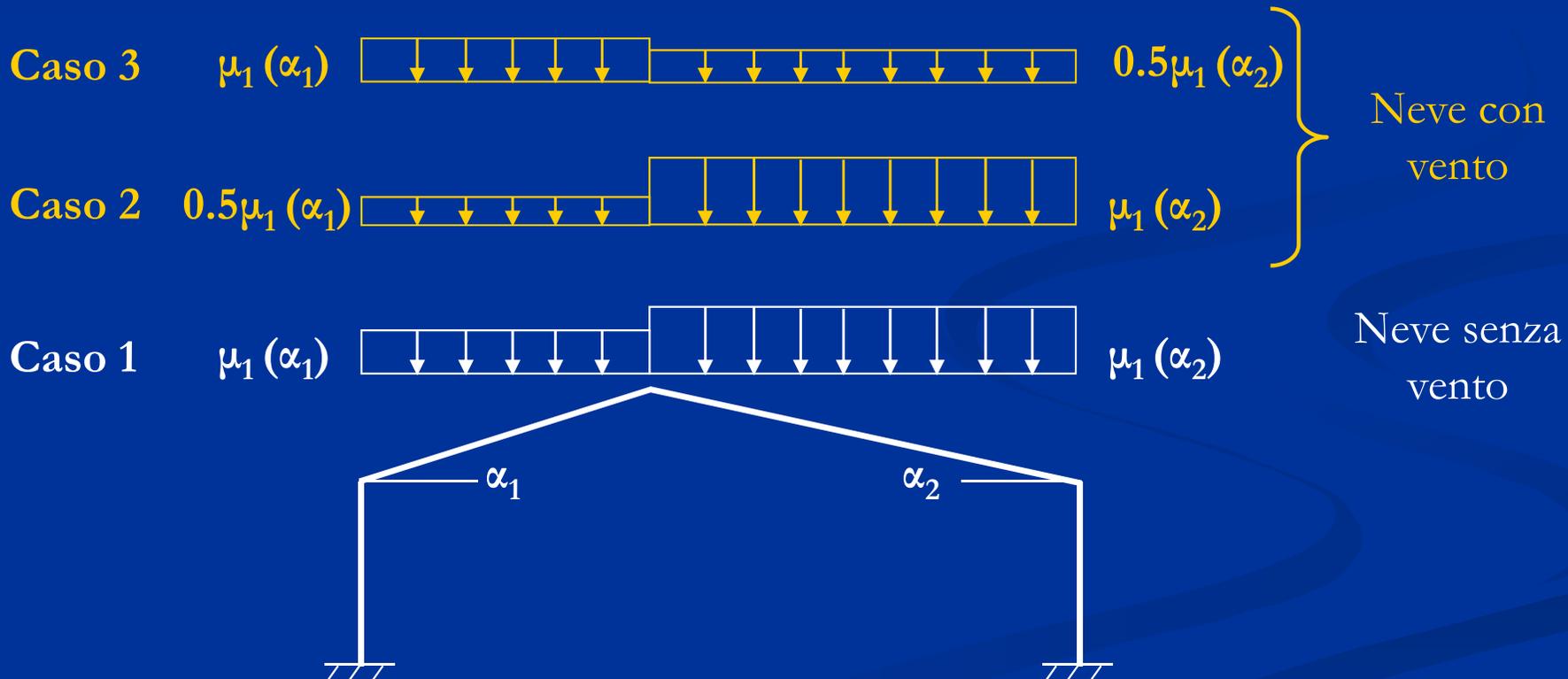
Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve

Coperture a due falde

Si assume che la neve non sia impedita di scivolare.

In presenza di parapetti o barriere nell'estremità più bassa della falda $\mu_1 = 0,8$



Scompare la condizione con il carico applicato su una sola falda

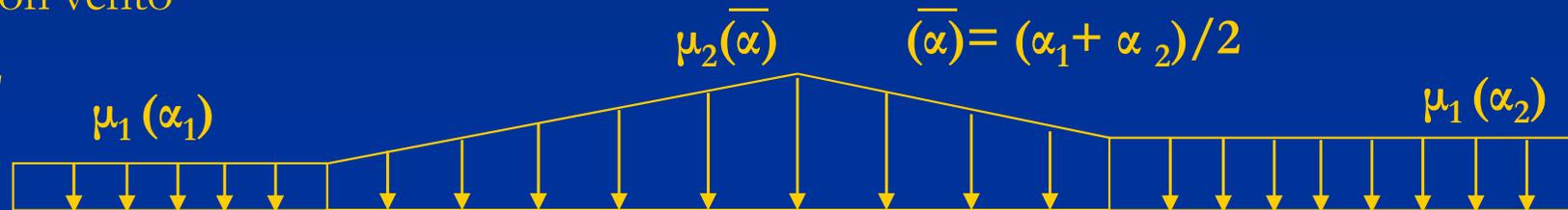
Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve

Coperture a più falde ($\alpha < 60^\circ$)

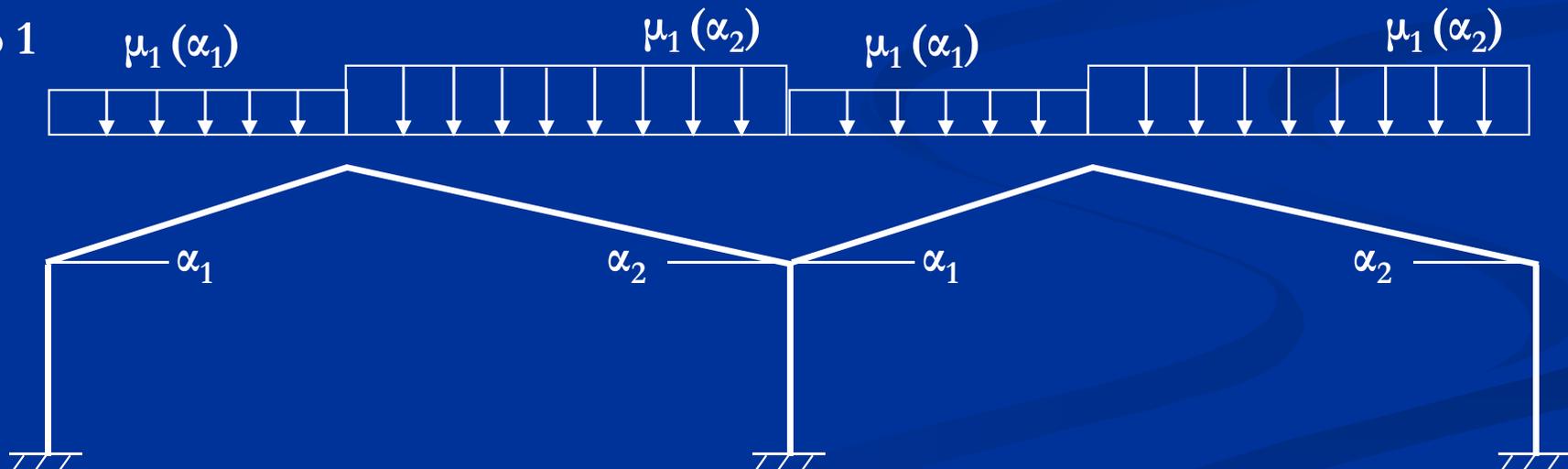
Neve con vento

Caso 2



Neve senza vento

Caso 1



Accumuli per irregolarità nel piano di copertura sono da considerare solo per $L > 3.5\text{m}$ e $\alpha \geq 30^\circ$

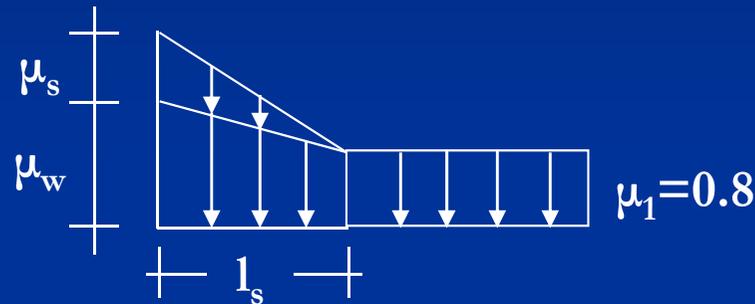
Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve

Coperture adiacenti o vicine a costruzioni più alte

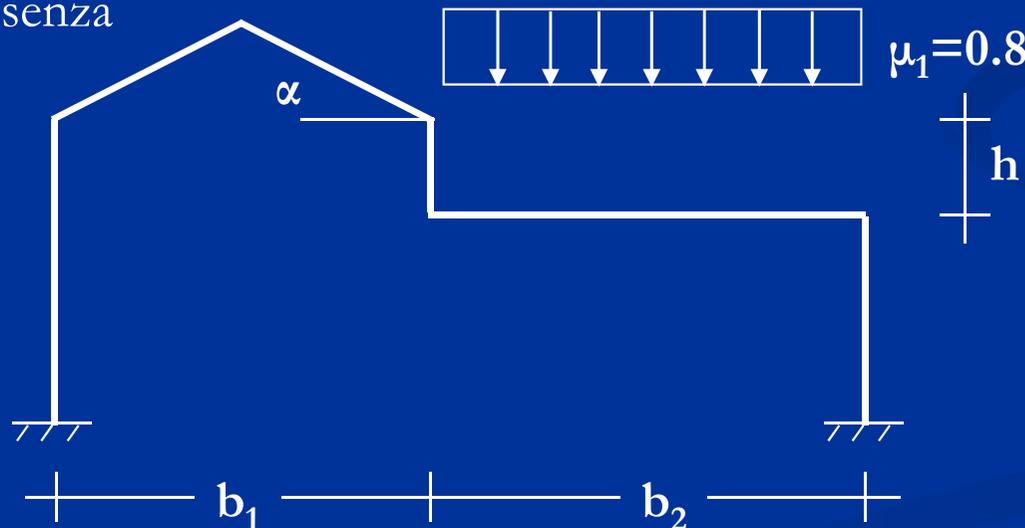
Caso 2

Neve con vento



Caso 1

Neve senza vento



Si tiene conto dello scivolamento della neve della copertura a quota superiore e del deposito di neve dovuto alla “ombra aerodinamica”

$\mu_s = 50\%$ massimo carico sulla falda superiore ($\alpha > 15^\circ$)

$$\mu_w = \frac{(b_1 + b_2)}{2h} \leq \frac{\gamma h}{q_{sk}}$$

$$0.8 \leq \mu_w \leq 4.0$$

$$5 \leq l_s = 2h \leq 15 \text{ m}$$

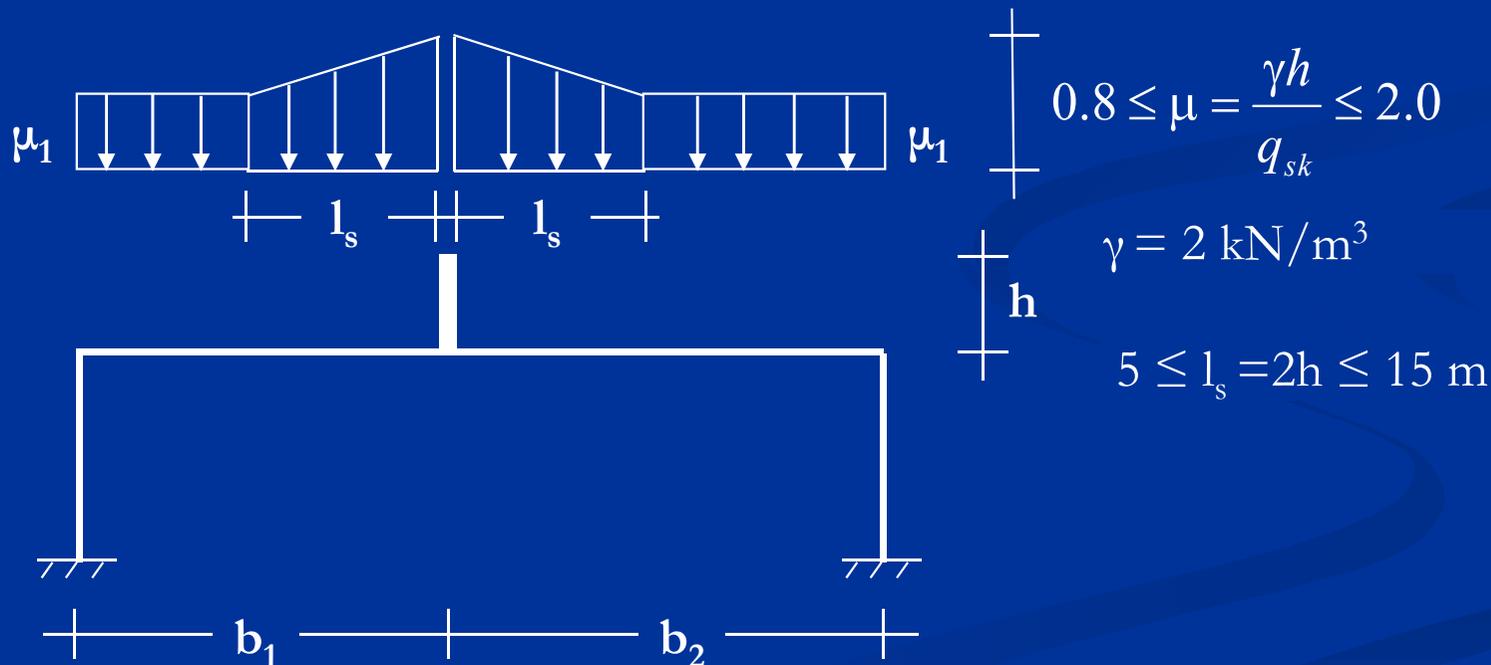
Azioni sulle costruzioni

Carichi da neve

Effetti locali

Interessano solamente le membrature su cui agisce la neve (non considerare nelle verifiche globali della struttura)

Accumuli in presenza di sporgenze



Carico termico

Azioni sulle costruzioni

Temperatura

Variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione, comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali.

La severità delle azioni termiche è in generale influenzata da più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura e la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti.

Temperatura dell'aria esterna

La temperatura dell'aria esterna, T_{est} , può assumere il valore T_{max} o T_{min} , definite rispettivamente come temperatura massima estiva e minima invernale dell'aria nel sito della costruzione con riferimento ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di dati specifici relativi al sito in esame, possono assumersi i valori :

$$T_{max} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad T_{min} = -15 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Azioni sulle costruzioni

Temperatura

Distribuzione della temperatura negli elementi strutturali

Il campo di temperatura sulla sezione di un elemento strutturale monodimensionale con asse longitudinale x può essere in generale descritto mediante:

- a) una componente uniforme $\Delta T_u = T - T_0$ pari alla differenza tra la temperatura media attuale T e quella iniziale alla data della costruzione T_0 ;
- b) due componenti variabili con legge lineare secondo gli assi principali y e z della sezione, ΔT_{My} e ΔT_{Mz} .

Nel caso di strutture soggette ad elevati gradienti termici si dovrà tener conto degli effetti indotti dall'andamento non lineare della temperatura all'interno delle sezioni.

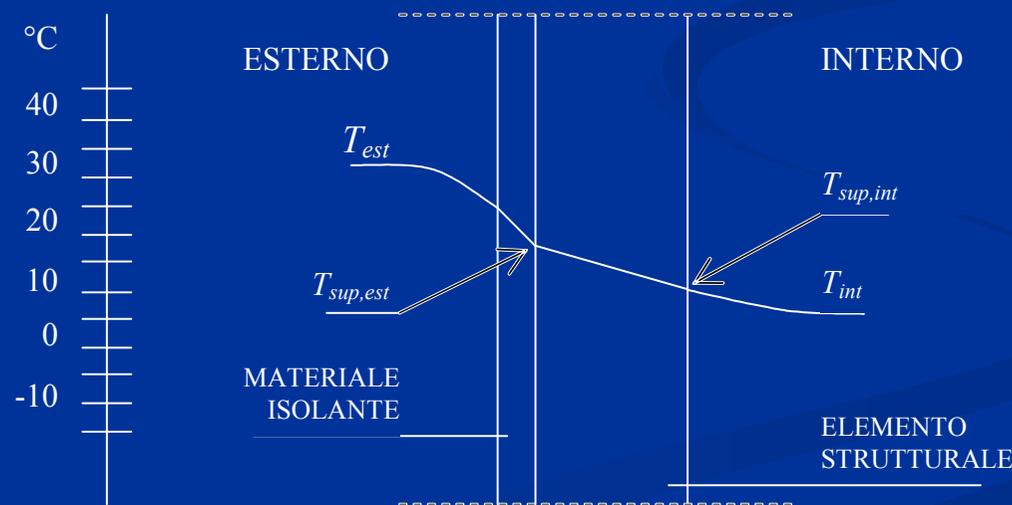
La temperatura media attuale T può essere valutata come media tra la temperatura della superficie esterna $T_{\text{sup,est}}$ e quella della superficie interna dell'elemento considerato, $T_{\text{sup,int}}$.

Azioni sulle costruzioni

Temperatura

Distribuzione della temperatura negli elementi strutturali

Le temperature della superficie esterna, $T_{sup,est}$, e quella della superficie interna $T_{sup,int}$, dell'elemento considerato vengono valutate a partire dalla temperatura dell'aria esterna, T_{est} , e di quella interna, T_{int} , tenendo conto del trasferimento di calore per irraggiamento e per convezione all'interfaccia aria-costruzione e della eventuale presenza di materiale isolante. In mancanza di determinazioni più precise, la temperatura iniziale può essere assunta $T_0=15\text{ °C}$.



Azioni sulle costruzioni

Temperatura

Contributo dell'irraggiamento

Stagione	Natura della superficie	Incremento di temperatura	
		Superfici esposte a Nord-est	Superfici esposte a Sud-ovest o orizzontali
Estate	Superficie riflettente	0° C	18° C
	Superficie chiara	2° C	30° C
	Superficie scura	4° C	42° C
Inverno		0° C	0° C

Azioni sulle costruzioni

Temperatura

AZIONI TERMICHE SUGLI EDIFICI

Nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto, per gli edifici, della sola componente ΔT_u , ricavandola direttamente dalla Tabella.

Tipo di struttura	ΔT_u
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15^\circ\text{C}$
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio protette	$\pm 15^\circ\text{C}$

Nel caso in cui la temperatura costituisca, invece, azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura, l'andamento della temperatura T nelle sezioni degli elementi strutturali deve essere valutato più approfonditamente studiando il problema della trasmissione del calore.

Azioni sulle costruzioni

Temperatura

PARTICOLARI PRECAUZIONI NEL PROGETTO DI STRUTTURE SOGGETTE AD AZIONI TERMICHE SPECIALI

Strutture ed elementi strutturali in contatto con liquidi, aeriformi o solidi a temperature diverse, quali ciminiere, tubazioni, sili, serbatoi, torri di raffreddamento, ecc., devono essere progettati tenendo conto delle distribuzioni di temperatura corrispondenti alle specifiche condizioni di servizio.

EFFETTI DELLE AZIONI TERMICHE

Per la valutazione degli effetti delle azioni termiche, si potrà fare riferimento ai coefficienti di dilatazione termica α_T riportati in Tabella.

Materiali	α_T [$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$]	Materiali	α_T [$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$]
Alluminio	24	Cls alleggerito	7
Acciaio da carpenteria	12	Muratura	6 ÷ 10
Cls strutturale	10	Legno (parallelo fibre)	5
Strutture acciaio-clc	12	Legno (ortog. fibre)	30 ÷ 70

FINE